

Attorney Docket No. 1186.1034

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Kenzo FUKUYOSHI et al.

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: March 31, 2004

Examiner: Unassigned

For: SOLID-STATE IMAGING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Patent Application No(s). 2002-199558 and 2003-023297

Filed: July 9, 2002 and January 31, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

By: 
David M. Pitcher
Registration No. 25,908

Date: March 31, 2004

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 7月 9日
Date of Application:

出願番号 特願2002-199558
Application Number:

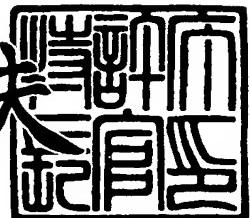
[ST. 10/C] : [JP2002-199558]

出願人 凸版印刷株式会社
Applicant(s):

2004年 2月 12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3008498

【書類名】 特許願
【整理番号】 P20020689
【提出日】 平成14年 7月 9日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 27/146
【発明者】
【住所又は居所】 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
【氏名】 福吉 健蔵
【発明者】
【住所又は居所】 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
【氏名】 石松 忠
【発明者】
【住所又は居所】 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
【氏名】 北村 智史
【発明者】
【住所又は居所】 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
【氏名】 緒方 啓介
【特許出願人】
【識別番号】 000003193
【氏名又は名称】 凸版印刷株式会社
【代表者】 足立 直樹
【電話番号】 03-3835-5533
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 003595
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】固体撮像素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも光電変換素子と略半球状のマイクロレンズを2次元的に配置した固体撮像素子において、マイクロレンズが透明樹脂上部層と着色下部層の2層構成であり、透明樹脂上部層と着色下部層の界面が平坦であることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】

前記着色下部層が、染料を色材とした着色樹脂層であることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】

前記透明樹脂上部層の屈折率が、着色下部層に用いる樹脂の屈折率と同じであるか、或いは、それよりも低い屈折率であることを特徴とする請求項1、又は請求項2記載の固体撮像素子。

【請求項4】

少なくとも光電変換素子と略半球状のマイクロレンズを2次元的に配置した固体撮像素子の製造方法において、

- 1) 半導体基板の光電変換素子上に、色素を色材とした感光性着色レジストを用い、フォトリソグラフィによって複数色の着色樹脂層を形成する工程、
 - 2) 該複数色の着色樹脂層上に、塗布によって透明樹脂上部層を形成する工程、
 - 3) 該透明樹脂上部層層上に、アルカリ可溶性、感光性、及び熱フロー性を有するレンズ材料を用い、フォトリソグラフィ及び熱処理によってレンズ母型を形成する工程、
 - 4) 該レンズ母型上に、ドライエッティングを行い、透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程、
- を具備することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項5】

前記レンズ母型を形成する工程、の後に、レンズ母型の2次元配列の全面を覆

うように透明樹脂薄膜層を形成する工程を具備することを特徴とする請求項4記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項6】

前記透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程が、ドライエッチングの深さを、着色下部層の厚み方向の途中までとすることを特徴とする請求項4、又は請求項5記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項7】

前記色素が、染料であることを特徴とする請求項4、請求項5、又は請求項6記載の固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、C-MOSやCCD等の受光素子に代表される固体撮像素子に関するものであり、特に、マイクロレンズから受光部までのマイクロレンズ下距離を短くして集光性、S/N比を改善し、また、開口率を向上させたマイクロレンズを有する固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

CCDなど固体撮像素子上の光電変換素子が光電変換に寄与する領域（開口部）は、固体撮像素子のサイズや画素数に依存するが、固体撮像素子の全面積に対し20～40%程度に限られてしまう。開口部が小さいことは、そのまま感度低下につながるので、これを補うため光電変換素子上に集光用のマイクロレンズを形成することが一般的である。

【0003】

しかしながら、近時、300万画素を超える高精細な固体撮像素子がつよく要求されるようになり、この高精細な固体撮像素子に付随するマイクロレンズの開口率低下（すなわち感度低下）、及びフレア、スミアなどのノイズ増加による画質低下が、大きな問題となってきている。C-MOSやCCDなどの撮像素子は、ほぼ十分な画素数に近づきつつあり、それらデバイスメーカーでの競争は画素

数から画質の競争に変化しつつある。

【0004】

マイクロレンズの形成技術に関する公知の技術としては、例えば、特開昭60-53073号公報に比較的詳細に示されている。この特開昭60-53073号公報には、レンズを丸く半球状に形成する技術として熱による樹脂の熱流動性（熱フロー）を用いた技術、また、いくつかのエッチング方法によりレンズを加工する技術も詳細に開示されている。

加えて、レンズ表面の光散乱による集光性能のロスの改善策として、レンズ表面にポリグリシジルメタクリレート（PGMA）などの有機膜や、OCD（東京応化工業（株）製のSiO₂系被膜形成用塗布液）の無機膜を形成する技術なども開示されている。

【0005】

また、マイクロレンズに反射防止膜を形成する技術は、単層もしくは多層の反射防止膜をマイクロレンズ上に形成する技術として、例えば、特開平4-223371に開示されている。

また、マイクロレンズをドライエッチング加工する技術は、上記の技術以外に特開平1-10666号公報に詳細な記載がある。

また、有色マイクロレンズ（着色したマイクロレンズ）の技術としては、特開昭64-7562号公報、特開平3-230101などの技術が既に公知である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図5に、公知技術による固体撮像素子の一例の断面図を示した。図5に示すように、光電変換素子（52）上には、平坦化層（54）、（55）、カラーフィルタ（53）、場合により層内レンズなどが形成され、一般には5～6μm程度の大きめの（厚めの）レンズ下距離（58）となっている。

マイクロレンズ（56）からの入射光の集光性を向上させ、かつ、光電変換素子（52）でのS/N（信号／ノイズ）比を向上させる有力な手段は、レンズ下距離（58）を小さく（薄く）することである。

本発明の第一の目的は、レンズ下距離を小さくし、集光性、S/N比の改善を図ることにある。

【0007】

また、C-MOS撮像素子は、その消費電力が小さく駆動回路をC-MOS撮像素子とともに一体化した省スペースの素子が造れることから、最近注目を集めている。しかし、C-MOS撮像素子は、その構造上、マイクロレンズから光電変換素子までの距離が大きくなる傾向にあり、上記レンズ下距離（58）を小さくするためには不利な構成といえる。

また、低コスト化を目的に画素ピッチ（光電変換素子のピッチと同じ）を小さくする傾向にもあるが、C-MOS撮像素子の場合に画素ピッチが小さくなると、小さな画素ピッチで、且つレンズ下距離（58）がかなり大きくなる。

【0008】

このため、マイクロレンズ（56）の厚み（レンズ高さ（57））は、0.5 μm ～0.3 μm といった薄いものとなってしまう。ところが、熱フローによってマイクロレンズを製造する方法では、0.4 μm 以下に薄くレンズ状に形成するのは極めて困難であることが本発明者らによって明らかにされている。

すなわち、マイクロレンズは、熱フロー性、感光性、アルカリ可溶性のレンズ材料を公知のフォトリソグラフィでパターン形成し、この後、熱処理をして熱フローさせ略半球状に加工するが、薄すぎるパターンでは熱処理をしても略半球状になりにくい。

【0009】

例えば、3 μm ピッチの画素の場合、量産性を考慮したマイクロレンズの膜厚は0.4 μm が限界で、0.3 μm では、略半球状にならず台形状となってしまうといった問題がある。

本発明の第二の目的は、レンズ下距離を小さくすることによって、実質的なレンズ厚みを前記0.5 μm ～0.3 μm から0.5 μm 以上のものとして、3 μm 以下といった画素ピッチの小さな撮像素子上へのマイクロレンズの加工を容易にすることである。

【0010】

図4は、有色レンズ(43)を配設する公知の撮像素子の一例を示す断面図である。カラーフィルタの機能を兼ね備えた有色レンズ(43)は、簡便な構成であるが、光の入射位置によっては色純度が低下し画質低下につながる問題がある。すなわち、有色レンズ(43)の中央付近に入射する光(45)は、ほぼ目的とするカラーフィルタ効果を期待できるが、有色レンズ(43)の端部から入射する光(47)は、カラーフィルタである有色レンズの薄い部分を透過するため、その透過光(48)はかなり白っぽい色となり、結果として大きく色純度を低下せしめるといった問題がある。

本発明の第三の目的は、このような有色レンズにおける色純度の低下を抑制し、開口率を向上させることである。

【0011】

すなわち、本発明は、前記レンズ下距離を小さくして集光性、S/N比を改善した、また、小さな画素ピッチであっても容易に加工することができる、さらには、有色レンズにおける色純度の低下を抑制して開口率を向上させた固体撮像素子を提供することを課題とするものである。

また、その製造方法を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、少なくとも光電変換素子と略半球状のマイクロレンズを2次元的に配置した固体撮像素子において、マイクロレンズが透明樹脂上部層と着色下部層の2層構成であり、透明樹脂上部層と着色下部層の界面が平坦であることを特徴とする固体撮像素子である。

【0013】

また、本発明は、上記発明による固体撮像素子において、前記着色下部層が、染料を色材とした着色樹脂層であることを特徴とする固体撮像素子である。

【0014】

また、本発明は、上記発明による固体撮像素子において、前記透明樹脂上部層の屈折率が、着色下部層に用いる樹脂の屈折率と同じであるか、或いは、それよりも低い屈折率であることを特徴とする固体撮像素子である。

【0015】

また、本発明は、少なくとも光電変換素子と略半球状のマイクロレンズを2次元的に配置した固体撮像素子の製造方法において、

- 1) 半導体基板の光電変換素子上に、色素を色材とした感光性着色レジストを用い、フォトリソグラフィによって複数色の着色樹脂層を形成する工程、
 - 2) 該複数色の着色樹脂層上に、塗布によって透明樹脂上部層を形成する工程、
 - 3) 該透明樹脂上部層上に、アルカリ可溶性、感光性、及び熱フロー性を有するレンズ材料を用い、フォトリソグラフィ及び熱処理によってレンズ母型を形成する工程、
 - 4) 該レンズ母型上に、ドライエッチングを行い、透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程、
- を具備することを特徴とする固体撮像素子の製造方法である。

【0016】

また、本発明は、上記発明による固体撮像素子の製造方法において、前記レンズ母型を形成する工程、の後に、レンズ母型の2次元配列の全面を覆うように透明樹脂薄膜層を形成する工程を具備することを特徴とする固体撮像素子の製造方法である。

【0017】

また、本発明は、上記発明による固体撮像素子の製造方法において、前記透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程が、ドライエッチングの深さを、着色下部層の厚み方向の途中までとすることを特徴とする固体撮像素子の製造方法である。

【0018】

また、本発明は、上記発明による固体撮像素子の製造方法において、前記色素が、染料であることを特徴とする固体撮像素子の製造方法である。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明による固体撮像素子及びその製造方法を、その実施の形態に基づいて説明する。

図3は、本発明による固体撮像素子一実施例の断面図である。また、図1、図2は、図3とともに本発明の固体撮像素子の製造工程を説明する断面図である。

【0020】

本発明における透明樹脂上部層（35）の厚み（T1）は、特に規定するものでないが、熱フローによる下限の厚みである0.4μm以上であることが望ましい。透明樹脂上部層（35）の厚みの上限は、本発明が微細な画素ピッチを対象としていることから、1μmより厚く形成する必要はなく、これが略上限となる。

着色下部層（33）の厚み（T2）は、目的とする色分離に必要なカラーフィルタ膜厚で良く、これも特に規定する必要はない。一般には、0.5μm～1.5μmの範囲内で対応可能である。本発明における着色下部層の透明樹脂上部層との界面である平坦部分は、画素サイズの許せる範囲で広い方が色分離の点で好ましい。

【0021】

また、本発明では、着色下部層として有機顔料を色材とした着色樹脂層を採用しても良い。しかし、有機顔料の場合、その種類によってドライエッチングでのエッチングレートに差があり、色毎にレンズ形状が変化しやすすことと、その表面形状が粗面になること、加えて本発明が対象とする微細な画素ピッチの撮像素子では、顔料自体の粒径（粒子）がS/N比に悪い影響を与えやすく、その着色レジスト材料のフィルトレーション（異物除去）も難しいことから、染料を色材とする着色樹脂層であることが好ましい。

【0022】

また、本発明では、光電変換素子への入射光量をできるだけ減らさないために、透明樹脂上部層と着色下部層の屈折率差が小さいことが望ましい。また、マイクロレンズの一部である透明樹脂上部層の屈折率は、その表面反射を小さくするために、より低屈折率であることが好ましい。

本発明では、これらの観点から、透明樹脂上部層と着色下部層の界面に反射低減の光学薄膜を挿入しても良い。また、本発明のマイクロレンズ全面に反射防止

膜を積層しても良い。低屈折率の透明樹脂上部層は、高屈折率である場合よりも膜厚を厚く形成できるので、微細な画素を対象とする本発明では、好ましいと言える。

【0023】

また、レンズ母型を用いたドライエッティングでは、レンズ間の凹部は比較的エッティングが進みやすい傾向があり、マイクロレンズの仕上がり形状を劣化させやすい。これを緩和するため、本発明では、ドライエッティング前に、予め、膜厚 $0.05\text{ }\mu\text{m} \sim 0.3\text{ }\mu\text{m}$ 前後の透明樹脂薄膜層でレンズ母型全体を覆うことが好ましい。

この工程を挿入することにより、よりスムースなレンズ母型転写を実施することができる。

【0024】

また、本発明では、基本的には、レンズ下距離を小さくするためドライエッティングができるだけ深く入れることになるが、着色下部層の下地面まで入れると着色下部層の平坦面（有効面）が小さくなり、マイクロレンズ周辺からの色純度の低下した入射光量が増え、画質低下につながることになる。

ゆえに、ドライエッティングの深さは、着色下部層の厚み方向の途中までとすることが好ましい。

【0025】

また、本発明による透明樹脂上部層を、アクリル系樹脂とした場合、感光性着色レジストの樹脂は、密着力や屈折率などからアクリル系の感光性樹脂であることが望ましい。染料は、感光性着色レジストの主溶剤に溶かし込む形でも、染料分散の形でも、或いは、樹脂骨格に組み込む、いわゆるペンダントした形でも良い。

染色槽を用いての一般的な染色方法は、工程数が増えるのでコストの観点からは好ましくない。染料を色材とするカラーフィルタは、着色レジストの段階で $0.2\text{ }\mu\text{m} \sim 0.1\text{ }\mu\text{m}$ の高度なフィルトレーション（異物除去）が可能であるので、 $1\text{ }\mu\text{m} \sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ のフィルトレーションが限界の有機顔料を分散した着色レジストより、高度な画質をもち、S/N比を大きく向上させた撮像素子が得ら

れる。

【0026】

染料は、アゾ系、キサンティニウム系、フタロシアニン系、アントラキノン系、クマリン系およびスチリル系などが挙げられる。赤、緑、青の3原色染料や、シアン、マゼンタ、イエローの補色系染料、これらにグリーンを加えたものを用いることができる。

【0027】

【実施例】

以下に、本発明による固体撮像素子の製造方法を実施例にて詳細に説明する。

<実施例1>

図1に示すように、光電変換素子(32)や遮光膜、パッシベーションを形成した半導体基板(31)上に、平坦化層(34)を熱硬化タイプのアクリル樹脂塗布液を用いてスピンドルコートで形成し、さらにR(赤)、G(緑)、B(青)のそれぞれの感光性着色レジストを用い、3回のフォトリソグラフィで着色下部層(33)を形成した。R(赤)、G(緑)、B(青)のそれぞれの感光性着色レジストは、スピンドルコートの手法で塗布し、露光はステッパー露光機を用いた。

【0028】

次に、図2に示すように 着色下部層(33)のR(赤)、G(緑)、B(青)の上に、熱硬化タイプのアクリル樹脂塗布液を用いてスピンドルコートにて、透明樹脂上部層(35)を形成した。

透明樹脂上部層(35)上に、さらに熱フロー性をもつ感光性アクリル系樹脂を、おなじくスピンドルコートで塗布し、露光、現像、さらに熱フローさせて半球状のレンズ母型(40)とした。

【0029】

熱フロー処理時の温度は190℃とした。このあと、透明樹脂上部層(35)の形成に用いたのと同じアクリル系樹脂塗布液を、乾燥後の膜厚で約0.1μmになるようにレンズ母型上の全体に形成し、透明樹脂薄膜層(図示せず)とした。

次に、レンズ母型（40）を形成した半導体基板（31）を、ドライエッティング装置にて、O₂ガスによるエッティング処理を行った。基板温度常温、圧力5Pa、RFパワー500W、バイアス100Wにてエッティング処理を行い、図3に示す形状の固体撮像素子とした。

尚、形状したマイクロレンズ上に反射防止膜を積層しても良い。

【0030】

実施例1において、透明樹脂上部層（35）、着色下部層（33）、および平坦化層（34）の樹脂材料は、光の波長550nmの屈折率が1.51～1.55の範囲の、ほぼ同じ屈折率をもつアクリル樹脂を用いた。

尚、着色下部層（33）は、これに含まれる色材の関係で正確な屈折率測定が比較的難しいが、R（赤）の700nmでの屈折率は、1.61であった（R（赤）は、550nm緑の光の吸収が大きいため、550nmでの正確な屈折率測定が困難）。

【0031】

また、着色下部層（33） R（赤）、G（緑）、B（青）の形成には、それぞれカラーインデックスにて、C. I. Acid Red 114、C. I. Acid Green 16、C. I. Acid Blue 86の染料を中心とする色材を、アクリル系樹脂、シクロヘキサン溶剤とともに調製したアクリル系の感光性着色レジストを用いた。色材の添加量は、それぞれレジスト中の固形分比にて約20%とした。

【0032】

得られた固体撮像素子は、図3に示すように、半導体基板（31）上に光電変換素子（32）、着色下部層（33）と透明樹脂上部層（35）からなるマイクロレンズ（36）が形成されたものである。

実施例1の透明樹脂上部層（35）のピーク厚み（中央部）（T1）は0.6μmであり、着色下部層（33）のレンズ形状切れ込み部分までの深さをあわせてマイクロレンズの厚み（38）は、約1.1μmに設定した。

着色下部層（33）のみの厚み（T2）は、0.9μmとした。実施例1でのレンズ下距離は、約3.4μmと従来5.5μmのおよそ60%と極めて小さく

なった。

【0033】

【発明の効果】

本発明は、マイクロレンズが透明樹脂上部層と着色下部層の2層構成であり、透明樹脂上部層と着色下部層の界面が平坦な固体撮像素子であるので、レンズ下距離を小さくして集光性、S/N比を改善した、また、小さな画素ピッチであっても容易に加工することができる、さらには、有色レンズにおける色純度の低下を抑制し、開口率を向上させた固体撮像素子となる。

【0034】

また、本発明は、光電変換素子上に複数色の着色樹脂層を形成する工程、該複数色の着色樹脂層上に透明樹脂上部層を形成する工程、透明樹脂上部層層上にレンズ母型を形成する工程、該レンズ母型上に、ドライエッチングを行い、透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程を具備する固体撮像素子の製造方法であるので、レンズ下距離を小さくして集光性、S/N比を改善した、また、小さな画素ピッチであっても容易に加工することができる、さらには、有色レンズにおける色純度の低下を抑制し、開口率を向上させた固体撮像素子の製造方法となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の固体撮像素子の製造工程を説明する断面図である。

【図2】

本発明の固体撮像素子の製造工程を説明する断面図である。

【図3】

本発明による固体撮像素子一実施例の断面図である。

【図4】

有色レンズを配設する公知の撮像素子の一例を示す断面図である。

【図5】

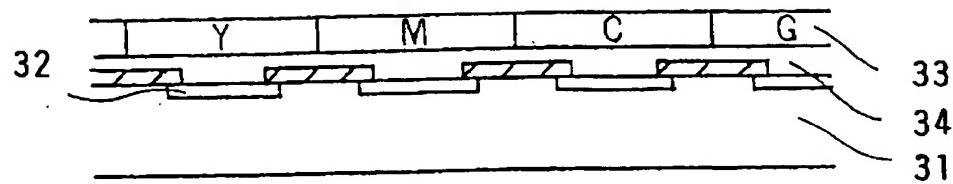
固体撮像素子の一例の断面図である。

【符号の説明】

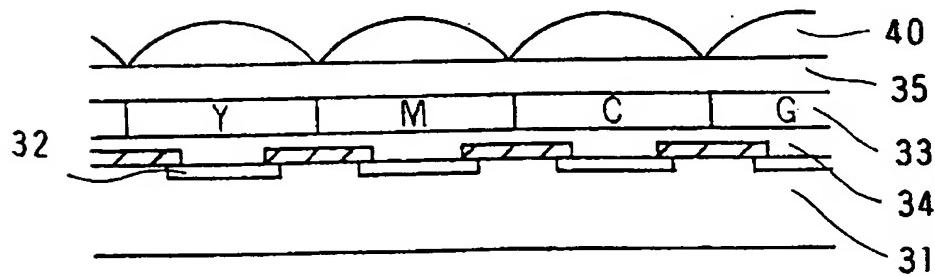
- 3 1 …半導体基板
- 3 2、4 2、5 2 …光電変換素子
- 3 3 …着色下部層
- 3 4、4 4、5 4、5 5 …平坦化層
- 3 5 …透明樹脂上部層
- 3 8、5 7 …マイクロレンズの厚み（レンズ高さ）
- 4 0 …レンズ母型
- 4 3 …有色レンズ
- 4 5 …中央付近に入射する光
- 4 6 …中央付近に入射する光の透過光
- 4 7 …端部から入射する光
- 4 8 …端部から入射する光の透過光
- 5 3 …カラーフィルタ
- 5 8 …レンズ下距離
- 5 6 …マイクロレンズ

【書類名】 図面

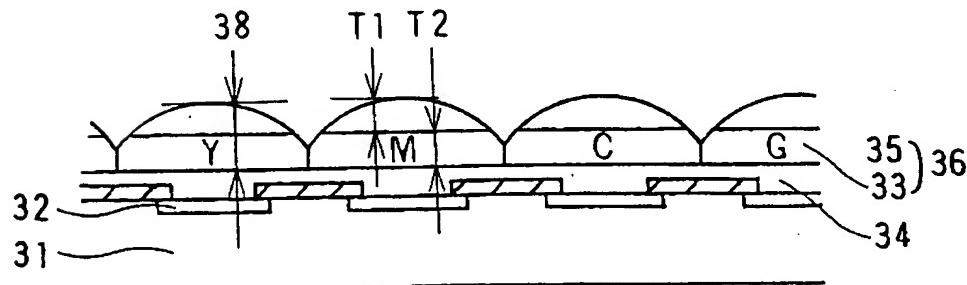
【図1】



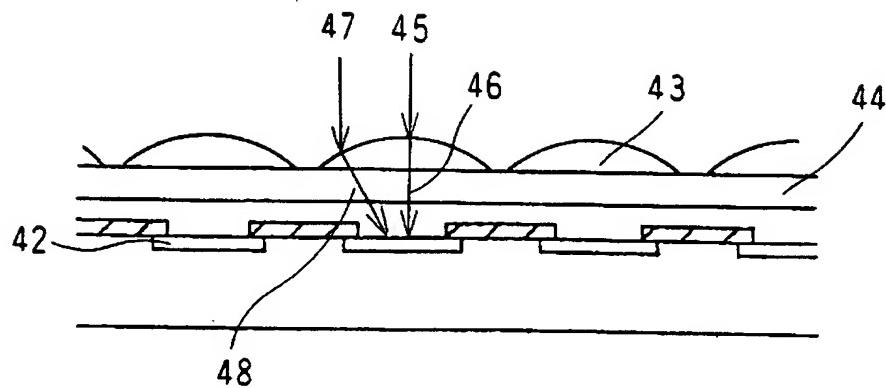
【図2】



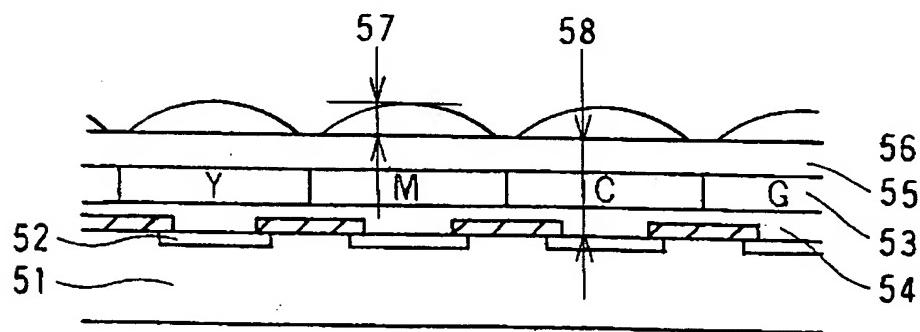
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】レンズ下距離を小さくして集光性、S/N比を改善した、また、小さな画素ピッチであっても容易に加工することができる、さらには、有色レンズにおける色純度の低下を抑制して開口率を向上させた固体撮像素子、その製造方法を提供すること。

【解決手段】マイクロレンズ36が透明樹脂上部層35と着色下部層33の2層構成であり、透明樹脂上部層と着色下部層の界面が平坦であること。光電変換素子32上に着色樹脂層を形成する工程、複数色の着色樹脂層上に透明樹脂上部層を形成する工程、透明樹脂上部層層上にレンズ母型を形成する工程、レンズ母型上に、ドライエッチングを行い、透明樹脂上部層と着色下部層へレンズ母型パターンを転写する工程を具備すること。

【選択図】図3

特願 2002-199558

出願人履歴情報

識別番号 [000003193]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都台東区台東1丁目5番1号
氏名 凸版印刷株式会社